

# ОБ ОСНОВНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВАХ И НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ВНЕДРЕНИЯ ГАЗОВЫХ ЛУЧИСТЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Бородин В.Н., Кореньков С.Н.  
ОАО «Моторостроитель», г. Самара

Финансово - промышленной группой «Двигатели НК», куда входят предприятия авиационного двигателестроения г. Самары: ОАО «Моторостроитель» ОАО «СНТК им. Н. Д. Кузнецова» и ОАО «Металлист - Самара» в течение ряда лет проводятся работы по энергосбережению, реконструкции системы отопления промышленных цехов, направленные на снижение затрат.

Особое внимание привлекли системы лучистого отопления, которые на наш взгляд наиболее эффективны при обогреве высоких производственных зданий. Проблема отопления высоких производственных помещений довольно сложная, поскольку большая часть нагретого воздуха перемещается в верхнюю часть здания.

Распределение температуры по высоте производственного помещения при традиционной и лучистой системах отопления приведены в различной литературе, в частности в ежеквартальном бюллетене АСЭМ, седьмого выпуска 1997г. и представлено на рисунке 1.

При применении системы инфракрасного лучистого обогрева средняя температура воздуха в помещении снижается вследствие более равномерного распределения её по высоте помещения. За отопительный сезон, продолжительность которого в условиях Самарской области составляет 208 дней, затраты тепла в днях \* градусах без привязки к конкретному помещению можно выразить:

Традиционная тепловоздушная система:

$$208 * (25 - (-5,8)) = 6406,4 \text{ градус}^* \text{ день.}$$

Инфракрасная лучистая система обогрева:

$$208 * (17,95 - (-5,8)) = 4940,0 \text{ градус}^* \text{ день,}$$

где  $T_{\text{ср}} = 25^{\circ}\text{C}$  - средняя температура помещения отапливаемого традиционным тепловоздушным способом.

$T_{\text{ср}} = 17,95^{\circ}\text{C}$  - средняя температура помещения, отапливаемого системой инфракрасного обогрева.

$T_{\text{н}} = -5,8^{\circ}\text{C}$  - средняя температура наружного воздуха за отопительный период для города Самары.

$$\text{Снижение энергозатрат при этом } \frac{6406,4 - 4940}{6406,4} * 100 = 22,8\%.$$

## Традиционная система

$$T_{\text{ср}} = 25^{\circ}\text{C}$$

## Система лучистого отопления

$$T_{\text{ср}} = 17,95^{\circ}\text{C}$$

34°C		9м	20°C
32°C		8м	19°C
30°C		7м	18,5°C
28°C		6м	18°C
26°C		5м	17,5°C
24°C		4м	17°C
22°C		3м	16°C
20°C		2м	17,5°C
18°C		1м	18°C
16°C			18°C

Рисунок 1

Системы инфракрасного обогрева закрытого горения с радиационными трубами позволяют увеличить процент использования подводимого тепла. В настоящее время в большинстве предприятий не учитывается температура воды, пара на выходе из отопительных приборов, поэтому можно считать:

$$\text{КПД} = (T_{\text{вход}} - T_{\text{вых}}) : (T_{\text{вход}} - T_{\text{ср}}),$$

где  $T_{\text{вход}} = 1000^{\circ}\text{C}$  - температура продуктов сгорания на входе в излучатель ГЛЮ;

$T_{\text{вход}} = 100^{\circ}\text{C}$  - температура теплоносителя перед радиатором отопителя конвекторного типа;

$T_{\text{вых}} = 100^{\circ}\text{C}$  - температура продуктов сгорания в вытяжной системе ГЛЮ;

$T_{\text{вых}} = 43^{\circ}\text{C}$  - температура теплоносителя на выходе отопителя конвекторного типа.

$$\text{КПД тепловоздушной системы} = \frac{(100 - 43)}{(100 - 25)} = 76\%;$$

$$\text{КПД}^1 \text{ лучистой системы} = \frac{(1000 - 100)}{(100 - 17,95)} = 91,6\% .$$

Эффективность системы инфракрасного обогрева выше традиционной по использованию теплоносителя на  $91,6\% - 76\% = 15,6\%$ .

Тепловое воздействие солнца и тёмных (низкотемпературных) инфракрасных обогревателей на организм человека и животного идентично. Действие инфракрасных обогревателей лишено тепловой инерционности, отсутствие теплоносителя исключает возможность замораживания системы, что создаёт возможность сжижения температуры в помещении в нерабочее время, ночные часы и выходные дни до  $T_{\text{ср}} = 12^{\circ}\text{C}$ . В зависимости от типа производства возможно и большее снижение средней температуры. При снижении температуры в помещении до  $T_{\text{ср}} = 12^{\circ}\text{C}$  мы за отопительный сезон снизим энергозатраты до  $208 * (12 - (-5,8)) = 3702,4$  градус \* день, что составляет 42,2%.

Но снизить температуру до указанной величины мы можем при односменной работе в течение 2/3 времени суток при пяти рабочих днях, что составляет 5/7 недели. За пять рабочих дней экономим  $42,2 * 2/3 * 5/7 = 20\%$ . Однако следует учесть круглосуточное снижение температуры в выходные (праздничные) дни, составляющие 2/7 недели  $42,2 * 2/7 = 12,05\%$ .

При односменной рабочей неделе с двумя выходными днями экономим 32,05% энергии.

Тепловое излучение обладает следующими свойствами:

- проходит сквозь воздух без передачи тепла, а при попадании на поверхность твёрдых непрозрачных предметов (пол, станки) превращается в тепло;
- распространяется прямолинейно, то есть даёт возможность целенаправленного обогрева отдельных зон.

Предприятия имеют, как правило, до 30% площади, занятой под склады и т. п., где нет постоянно работающего персонала и возможно держать среднюю температуру  $T_{\text{ср}} = 12^{\circ}\text{C}$ , что дополнительно экономит  $42,2 * 0,3 = 12,6\%$  энергии.

Эффект очевиден даже без учёта расходов на поддержание традиционной тепло-воздушной системы отопления в рабочем состоянии и рассмотренных выше фактов сокращения расходов энергоносителя.

Исходя из рассмотренных выше соображений экономии энергоресурсов ОАО «Моторостроитель» был разработан и реализован в отопительный сезон 1997-98 г.г. проект газового лучистого отопления промышленного цеха, имеющего следующие строительные характеристики: длина - 60 м; ширина - 24 м; высота - 8 м. Стена кирпичная толщиной 510 мм. Потолок - профнастил с мягкой кровлей. Остекление - 15%. В цехе, согласно проекту, было размещено семь газовых лучистых обогревателей закрытого горения, с организованным отводом продуктов сгорания, тепловой мощностью 58 кВт каждый. Однако разработку проекта внедрения широко применяемых за рубежом экономичных обогревателей осложнили действующие в настоящее время строительные нормы и правила, содержащие противоречивые требования к применению систем инфракрасного обогрева.

В частности требования СНиП 2.04.05-91 п. 3.18. не рекомендуют применять приборы лучистого отопления с температурой поверхности



выше 250°C. Разъяснений к какому типу лучистых обогревателей это относится документ не содержит, посему каждый надзирающий орган склонен видеть в несоблюдении этого пункта ущемление их ведомством оберегаемой сферы.

Не улучшает ситуацию и пункт 6.74 СНиП 2.04.08-87 рассматривающий в явном противоречии возможность применения горелок инфракрасного излучения с температурой излучающей поверхности до 900°C и выше. Надзирающие органы выбирают более жёсткие требования.

Пункт 6.73 СНиП 2.04.08-87 не допускает устанавливать горелки инфракрасного излучения в производственных помещениях категорий А, Б, В по взрывопожарной и пожарной опасности, складских помещениях, выполненных из лёгких металлических конструкций. Эти требования в значительной мере сужают возможность дальнейшей реконструкции систем отопления предприятия.

Пункт 11.49 СНиП 2.04.08-87 требует, чтобы горелки газовые инфракрасного излучения, предназначенные для тепловых установок промышленных, сельскохозяйственных предприятий соответствовали требованиям ГОСТ 25696-83. Но указанный документ во первых - допускает температуру излучающей поверхности до 1000°C и выше, во вторых - не распространяется на радиационные трубы, которые являются по технической сущности ближайшими аналогами появившихся на рынке инфракрасных низкотемпературных обогревателей закрытого горения.

Данный пункт не учитывает новые системы инфракрасного обогрева, более безопасные и экономически эффективные чем их предшественники.

В соответствии с п. 3.3. СНиП 2.04.05-91 системы отопления (отопительные приборы, теплоноситель, предельную температуру теплоносителя или теплоотдающей поверхности) следует принимать по обязательному приложению 11.

Однако вышеуказанное приложение чрезвычайно ограничивает сферу допустимого применения систем инфракрасного обогрева, а предельную температуру теплоотдающей поверхности - в соответствии с п. 3.18. - не более 250°C.

При таких нормах проектирования сложно найти допустимую сферу применения систем газового лучистого обогрева. Пункт 2.7. рассматриваемых СНиП 2.04.05-91 не допускает превышения плотности лучистого теплового потока более 35 Вт/м<sup>2</sup>. Такой плотности теплового потока часто бывает недостаточно для обогрева промышленного здания. Но ГОСТ 12.1.005-88 в п. 1.8. допускает при определённых условиях (облучение не более 25% поверхности тела) плотность теплового потока до 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Подобные противоречивые требования к системам инфракрасного отопления в значительной степени разрешают «Рекомендации по применению систем обогрева с газовыми инфракрасными излучателя-

ми» разработанные ассоциацией инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике в 1996 году. «Рекомендации...» допускают применение систем инфракрасного обогрева в помещениях взрывопожарных категорий В2; В3; В4; Д и Г кроме зданий IVа и V степени огнестойкости, а также помещений гражданского назначения с временным пребыванием людей, и открытых площадках (перронах, спортивных сооружениях и т. п.). «Рекомендации...» одобрены и рекомендованы к применению Главным управлением стандартизации, технического нормирования и сертификации Минстроя России (29 января № 13/19) и согласованы Главным управлением Государственной противопожарной службы МВД России (26 января 1996г. № 20/2.2./160), Государственным комитетом санитарно - эпидемиологического надзора России (25 декабря 1995г. № 11-6/99-111).

Однако следует особо отметить, что «Рекомендации по применению систем обогрева с газовыми инфракрасными излучателями» до региональных органов Государственного надзора и противопожарной службы в качестве нормативного документа не доведены, а изменения в рассмотренную выше документацию до настоящего времени не внесены.

Поэтому согласование применения систем лучистого отопления с органами Госнадзора носят всякий раз частный характер, требуют дополнительных испытаний подтверждающих безопасность применения в каждом конкретном случае, и соответственно дополнительных подчас необоснованных финансовых затрат на проведение этих работ.

ОАО «Моторостроитель» удалось к концу отопительного сезона 97/98г. реализовать проект лучистого отопления цеха и подтвердить эффективность выбранного способа отопления. Однако несовершенство нормативной базы увеличило срок реализации проекта более чем на четыре месяца. Несмотря на организационные сложности, вызванные несовершенством нормативной базы, накопленный опыт внедрения и эксплуатации газового лучистого отопления позволяет рассматривать её как наиболее перспективную при разработке концепции реконструкции системы отопления высоких производственных помещений.

Однако необоснованно высокая стоимость импортного оборудования для инфракрасного обогрева представленного на рынке ограничивает возможность его широкого применения. Выпускаемые некоторыми Российскими предприятиями газовые инфракрасные обогреватели закрытого горения с организованным отводом продуктов сгорания из отапливаемого помещения основаны на импортной элементной базе и по своей стоимости близки к зарубежным аналогам.

Необходимость экономии энергии, а также накопленный опыт проектирования и конструирования двигателей, знание теории и практики протекания газодинамических процессов, смешения и горения газовых потоков, наличие освоенных технологий изготовления конструкций повышенной сложности позволило ОАО «СНТК им. Н. Д.

Кузнецова» разработать газовый лучистый обогреватель на отечественной элементной базе. ОАО «Моторостроитель» приступило с января 1999 года к подготовке серийного производства газовых лучистых обогревателей.

Созданный в результате изучения и испытания аналогичного отопительного оборудования трёх ведущих зарубежных фирм газовый лучистый обогреватель ГОЛ-40 обладает автоматикой разработки ОАО «Самаранефтехимавтоматика», обеспечивающей надёжную работу как в штатной так и в аварийной ситуации. Автоматика управления и безопасности производит автоматический запуск обогревателя по установленному алгоритму, осуществляет контроль за наличием пламени, давлением сетевого газа, подачей воздуха для горения, загазованности в помещении, а также имеет способность самодиагностики и подачи сигнала причин неисправности.

#### Основные технические характеристики газового лучистого обогревателя ГОЛ-40:

- Тепловая мощность, кВт (ккал/час)	- 40 (34400)
- Топливо	- природный газ по ГОСТ 5542-87
- Максимальное давление газа на подводе к ГОЛ-40, мм. вод. ст.	- 200
- Минимальное давление газа на подводе к ГОЛ-40, мм. вод. ст.	- 100
- Максимальный расход газа (при $P_n=760$ мм. рт. ст., $t_n=0^\circ\text{C}$ ), $\text{м}^3$	- 4,5
- Электроэнергия для питания автоматики управления, В	- 220
- Потребляемая мощность вентилятора, Вт	- 150
- Габариты ГОЛ-40, мм:	
длина	- 12500
высота	- 400
ширина	- 300
- Общий вес, не более, кг	- 80

Для реконструкции систем отопления предприятий финансово-промышленной группы «Двигатели НК», а также поставки потребителям планируется организация серийного производства семейства лучистых обогревателей мощностью 20, 40 и 60 кВт с высокой степенью унификации.

Сертификационные испытания базовой модели обогревателя ГОЛ-40 должны быть завершены в текущем году.

В современных экономических условиях энергосбережение для многих промышленных предприятий является необходимым условием существования. Приведение нормативной базы, регламентирующей применение лучистых систем отопления к единым требованиям, не допускающим двоякого понимания, должно расширить промышленным предприятиям возможности по внедрению высокоэффективного отопительного оборудования, которое будет представлено потенциальным потребителям нашим предприятием.